
Global Report

적응형 시뮬레이션 모델 기반의 혁신적인 지역 개발 전략 공식화 과정에서 의사 결정 지원의 구성 방법

서론

1. 기존 방법들의 고찰
2. DSS 개발의 개념적 틀과 논리
3. 적응형 시뮬레이션 모델을 이용한 의사 결정 지원 조직의 실용적 측면

결론

서론

지역의 사회-경제적 시스템은 그 특성상 사회의 모든 영역에서 많은 요소들과 이질적인 관계들을 포함하는 복잡하고 다중적인 측면과 목적을 갖는다. 지속적인 경제적 프로세스들은 지역 개발의 안정성과 지속 가능성에 직접적인 영향을 미친다. 또한 다양한 유형의 한정된 자원들에 대한 경쟁의 맥락에서 결정적 요인은 인구와 기업의 혁신적 잠재력을 촉진시킬 수 있는 지역 당국의 능력이다. 혁신적 개발을 위한 적절한 전략들의 공식화를 위해서는 심층적이고 종합적인 실증, 목표 기준점의 결정, 자원 기반, 그리고 문제 해결을 위한 최적의 방법들이 필요하다. 이와 관련하여 효과적인 경제 정책 수립을 위한 객관적 조건은 과학적으로 건전한 관리 도구들을 광범위하게 사용하는 것이다. 이들은 특히 지역의 혁신적 개발을 위한 매개 변수들(parameter)을 개발하고 입증하기 위한 도구들이다. 동시에 급속한 경제 성장은 실질적인 경제 부문과 지역의 사회 부문의 균형 있는 발전을 달성하는 보다 포괄적인 과제와 부합해야 한다.

최근 수십 년 동안 대부분의 선진국들에서는 복잡한 사회 및 경제 시스템들의 전략적 개발을 관리하고, 특히 혁신적인 개발을 계획하기 위한 경제 및 수학 모델들과 도구들을 공식화하기 위한 분야의 연구들이 수행되어왔다. 현재까지 지역 개발 예측 관련 문제들을 해결할 수 있는 많은 소프트웨어 제품들이 개발되어 왔다¹⁾. 하지만 현재 대부분의 기술들은 여전히 계획 경제의 기능을 전제로 하고 있고 사업 수행에 따른 현재의 시장 상황들을 반영하지 않는다.

1. 기존 방법들의 고찰

지역의 혁신적인 개발을 촉진하기 위한 전략 개발을 위한 의사 결정 지원 조직 분야의 연구 현황 분석은 전략 관리 이슈들에 대한 포괄적인 검토와 혁신적인 경제학 이론 그리고 의사결정 지원 시스템(decision support system, 이하 DSS)의 개발을 포함한다. 이와 별도로 고려 중인 문제와 관련하여 경제 모델과 수학 모델 개발 이슈들을 언급해야 한다.

이러한 분야들은 잘 발달된 과학적 기반을 갖고 있다. 특히 혁신 경제학의 기본 원리는 이미 J. Schumpeter에 의해 형성되었다. 많은 측면들이 여러 연구에서 고려되어 왔다. 하지만 이용가능한 대부분의 연구들은 사회 및 경제 시스템의 진화에 대한 혁신적 개발의 정량적 평가와 요인들의 영향 예측에 완벽하게 초점을 두지 않는다.

이 문제의 해결을 위해 전문적인 도구들, 특히 DSS의 활용이 필요할 것 같다²⁾. 하지만 불행히도 연구 중인 문제의 틀 속에서 대부분의 기존 기술들은 개별 기업체나 행위들의 개발 관리 작업에 초점을 두고 있다. 그러나 혁신적 개발을 위한 전략 개발 문제들이 해결되고 있는 지역 수준에서 이러한 시스템들의 실질적인 활용방안을 찾지 못하고 있다. 이 분야의 특정 작업들(지역 내 혁신적 행위의 관리에 대한 정보 및 분석적 DSS³⁾, 지역의 혁신적 개발에 대한 DSS⁴⁾ 등)은 부분적으로만 지역 시스템의 필수 속성을 주요 경제 주체의 행동 적응성 등으로 반영⁵⁾하기도 하고, 또는 특정 이론 또는 특정 산업의 중요성을 부여하기도 한다⁶⁾.

1) Legris P., Ingham J., Collette P. (2003) Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. Information and Management, vol. 40, no 3, pp. 191-204.

2) Simankov V.S., Vladimirov S.N., Denisenko A.O., Cherkasov A.N. (2008) Methodological aspects of the expert decision-making support systems' construction. Vestnik of Don State Technical University, vol. 8, no 3, pp. 258-267.

3) Palyukh B.V., Kakatunova T.V. (2012) A fuzzy cognitive map as a tool to model innovations at the regional level. Software & Systems, no 4, pp. 128-131.

4) Zakharova A.A. (2007) Some aspects of the development of information system to support strategic decision-making for innovative development of the region. Modern High Technologies, no 9, pp. 27-29.

5) Akopov A.S. (2010) On one model of adaptive management of complex organizational structures. Audit and Financial Analysis, no 3, pp. 310-317.

6) Antamoshkin A.N., Antamoshkina O.I., Hodos D.V. (2010) Modeling of basic steps of innovative development program formation. Siberian Journal of Science and Technology, no 4, pp. 310-317.

사회 및 경제 프로세스들의 경제 및 수학적 모델링 분야에서도 다양한 방향들이 개발되었다(일반 경제 평형 모델, 시뮬레이션 모델, 확률 통계 모델 등). 동시에 실무에 사용되는 모델들은 주로 혼합되어 여러 가지 서로 다른 접근 방식들의 특징들과 결합된다.⁷⁾ 이 분야에서 가장 유명한 모델들은 미국 경제의 Wharton 연간 모델, LIFT 모델, 미국 경제의 Brookings 모델 및 미국 재정 정책 모델이다. 러시아의 기술 중에는 모델링 소프트웨어 시스템인 “SIRENA”와 “SIRENA-2”, “POLIGON-2”, “RIM” 모델, CGE-모델 “RUSEC”, 그리고 “Governor” 모델 등이 있다.⁸⁾ “Prognoz” 등과 같은 다수의 복잡한 정보 분석 시스템들은 시뮬레이션 모델 사용을 기반으로 한다.⁹⁾

제시된 모델들의 장점에도 불구하고 지역의 혁신적 개발의 매개 변수들은 지극히 불완전하게 제시된다.¹⁰⁾¹¹⁾ 동시에 많은 모델들, 특히 계량 경제 방정식에 기초한 모델들은 지역 시스템의 에이전트들의 적응 속성들을 반영하지 않는다. 이들 모두가 얻어진 예측 결과들의 정확성을 떨어뜨린다. 이에 이 연구의 목적은 혁신적 지역 개발 전략 수립 프로세스를 위한 DSS의 개념을 개발하는 것이다. 이러한 목적을 성취하기 위해 DSS 개발을 위한 개념적 틀의 결정, 의사 결정 프로세스 구성의 실무적 특성 고려와 같은 많은 문제점들을 해결할 필요가 있다.

2. DSS 개발의 개념적 틀과 논리

지역 개발의 전략적 계획 분야에서 방법론 문제들은 혁신 경제의 형성에서 영역 유닛들의 상호작용의 핵심 원리들을 반영하고 가능한 의사결정 결과들을 신속히 결정하는 특별 관리 도구 개발 필요성을 결정한다. 혁신적 지역 개발을 관리하는 기존 시스템의 방법론 및 수단적 기반에서 전략적 관리 수단, 경제 및 통계 분석의 통합을 통한 질적 변화가 필요하다.

이 목표 달성을 위해 가장 먼저 지역 관리 시스템에서 이 도구의 위치를 고려해야 한다. 동시에, 영역 개발 관리는 전략적이고 운영적인 2가지 구성요소들을 포함한다. 전략적 관리 수준은 지역 개발의 우선 순위를 설정한다. 그 주요 매개 변수들은 운영 수준의 목표를 정의한다. 반면에 운영 관리의 목표는 지역 개발의 전략적 목표들을 나타내는 독특한 매개 변수들을 얻어내기 위해 현재의 문제들을 해결하는 것이다. 지역의 사회 및 경제 시스템의 매개 변수 값들의 변경은 레귤레이터들(제어 매개 변수들)의 직접적인 영향을 받는데 이는 시스템 자체와 외부 환경에서 발생하는 프로세스들과 마찬가지로 운영 관리의 대상의 활동 결과이다(그림 1).

그림 1. 지역 개발을 위한 관리 시스템에서 DSS의 위치

지역의 혁신적 발전 전략을 개발하는 작업과 관련하여 의사 결정자인 관련 정부 기관들을 고려해야 한다.

전략적 관리 과제를 해결하는 과정에서 장기적인 대규모 프로젝트들의 공식화와 실증이 이루어진다. 혁신적 개발을 위한 전략의 직접적인 생성은 다음과 같이 여러 단계의 여행을 수반한다.:

◆ 전략 목표 정의

목표는 정량적으로 측정가능하고 지역 경제 개발에 대해 명확한 시간적 특성들을 갖고 있어야 하며

7) Markus M.L., Majchrzak A., Gasser L. (2002) A design theory for systems that support emergent knowledge processes. MIS Quarterly: Management Information Systems, vol. 26, no 3, pp. 179-212.

8) Makarov V.L., Afanasiev A.A., Losev A.A. (2011) Computable simulation model for money circulation in the Russian economy. Economics and the Mathematical Methods, vol. 47, no 1, pp. 3-27.

9) Lychkina N.N. (2007) Simulation models in procedures and systems of strategic decision support at enterprises. Business Informatics, no. 1, pp. 29-35.

10) Burkov V., Burkova I., Irikov V. (2010) Managing regional innovative development: Modern approach. Theoretical and Practical Aspects of Management, no 11, pp. 8-12.

11) Tatarkin A.I. (2016) Innovative vector of the Russian economics: Behavior readiness of the population. Business, Management and Law, no 1, pp. 20-28.

보다 전체적인 매개 변수들과 상호 연결되어야 한다는 것을 주목해야 한다. 따라서 지역 발전을 위한 혁신적 전략을 실행하기 위한 목표들을 특성짓는 지표들의 예로 혁신적 제품들의 공유, 지역의 GRP 성장률과 혁신적 경제 활동에 고용된 사람들의 비율 등이 있다.

◆ 고려중인 지표들의 목록 작성

이러한 지표의 목록은 전술한 목표, 경제 실체(economic entities)의 혁신적 활동에 영향을 미치는 핵심 요인들을 고려해야 할 필요성, 그리고 지역 시스템 모델의 형성 원리들에 따라 결정된다.

◆ 문제들의 분석과 식별

이 단계에서는 지역의 혁신적 개발의 특징들, 그 강점들과 약점들, 그리고 한계들이 결정된다.

◆ 시나리오 매개 변수들의 영향 분석

이 단계에서는 경제 실체의 혁신적 활동 수준에 대한 시나리오 매개 변수들의 영향을 고려한다. 제안된 접근법의 틀 속에서 외부 조건들의 영향을 모델링하는 것은 지표 값들의 결정 원리에서만 차이가 나는 반면에 경제 에이전트들 자체에 대해서는 근본적인 차이가 없다.

◆ 제어 매개 변수들과 그들을 제어하기 위한 메커니즘들의 식별

혁신적 개발 분야에서 관리는 혁신의 형성과 실행을 위해 더 나은 조건들을 만들어 내는 식으로 주로 간접적인 수단으로 수행되어야 한다는 것을 주목해야 한다.

◆ 개발 목표, 목표 집단, 그리고 그들의 정량적 특성 정의

이 단계에서는 경제 및 수학적 모델링 방법들을 활용하여 이전에 고려된 지표들의 계획된 값들이 입증된다.

◆ 목표 성취를 위한 측정값들의 공식화

이 단계에서 DSS 사용은 이전에 얻은 국가 정책 결과들을 고려하여 지역 혁신의 가능성을 향상시킬 수 있다. 이러한 목적을 위해 적절한 선례 기초자료가 적용될 수 있다.

◆ 필요한 자원들의 양에 대한 측정과 평가의 효율성 입증

제시된 목록에서 지역의 혁신적인 개발의 매개 변수들을 입증하는 작업은 다각적이며 지역 시스템의 에이전트들의 행태를 반영해야 한다. 이 문제에 대한 진술은 연구에 대한 다양한 접근법들을 종합해야 할 필요성을 결정한다. 적응형 시뮬레이션 모델들(adaptive-simulation model, 이하 ASM)에 기반한 DSS를 사용할 때 유사한 요구 사항이 실행된다.¹²⁾

이 연구에서 지역의 ASM은 개별 에이전트의 목표와 행태 (그리고 그에 따른 전략) 뿐만 아니라 관리 하위 시스템의 경제 상황 변화에 대한 일관된 적응 아이디어에 기반한 모델로 이해된다.

일반적으로 이러한 문제 지향적 의사 결정 지원 시스템의 개발에 대한 이론적 입증에는 주요 설계 특징들을 결정하는 연속적으로 상호 연결된 몇 단계의 이행이 포함되어야 한다. 개념적 단계의 틀 속에서 지역의 혁신적 개발을 위한 전략들을 개발하는데 적용가능한 의사 결정 도구 개발을 위한 기본 원칙들과 요구사항들이 명확하게 정의되어야 한다.

이 연구의 핵심 원리는 혁신적 개발 기반을 형성하는 모든 기본 요소들과 지역 시스템의 상호연결을 분석할 필요성 뿐 만 아니라 그들의 가장 중요한 속성들과 혁신적 개발을 위한 결정 요인들의 설명으로 구성된 체계적인 접근 방식이다. 동시에 국가의 사회 및 경제 정책의 이행의 틀 속에서 에이전트들과 지역 관리 시스템에 의한 의사 결정 절차들의 적응성과 일관성과 같은 원리들도 중요하다.

완전성(integrity)의 원리는 경제, 사회, 제도, 조직, 기술, 기타 요소들 포함하면서 지역의 혁신적 잠재력이 구현되는 정도를 결정하는, 다양한 측면들에 대한 고려가 필요하다.

연구 목표에 대한 부합성의 원리는 지역의 혁신적 개발 요인들에 초점을 두면서 고려중인 매개 변수들의 구조에 대한 제약들을 사전 결정하고 사회생활의 다양성에 따른 심각한 편차가 발생되지 않도록 도와준다.

12) Nizamutdinov M.M., Oreshnikov V.V. (2015) A toolkit for forecasting changes in the parameters of regional development on the basis of an adaptive simulation approach. Proceedings of the 3rd International Conference on the Information Technologies for Intelligent Decision Support (ITIDS' 2015), Ufa, 18-21 May 2015, pp. 211-215.

과학적 타당성과 실무 적용 가능성의 원리들은 상호 보완적인데 과학적 기반과 다른 한편으로는 국토 개발과 관련한 공공 당국이 직면한 경제 개발 과제의 방향성을 제시한다. 또 다른 중요한 원리는 서로 다른 시기 및 다양한 출처들로부터 얻어진 이질적이고 서로 다른 크기의 특징들을 사용할 필요성에 대한 데이터의 비교 가능성(comparability)이다. 또한 공통적인 연구 방법론, 접근 방법, 수단, 기술들을 구체화하고 지역 경제 시스템의 시뮬레이션 모델에 적응형 관리 계획을 반영하는 개념을 결정해야 한다.(예: 진화 절차를 의사 결정 보조의 일부로 사용¹³⁾) 연구 방법론은 ASM을 기반으로 공식화된, 재생산 과정의 경제적, 사회적, 혁신적인 프로세스들의 위치, 역할 및 관계를 결정하여 지역에 대한 체계적인 관점을 반영한다는 점을 주목해야 한다.

향후에는 시뮬레이션 모델의 설계와 수학적 공식화 과정에서 지역의 혁신적 개발 전략의 매개 변수들을 입증하는데 필요한 구조 요소들과 기능적 관계들의 통합이 필요하다. 이에 제시된 방법론을 기반으로 고려중인 경제 에이전트들의 전반적인 복잡성에 대한 논리, 정보, 수학적 모델들이 개발되어야 한다. 동시에 현식적인 개발 문제 해결을 위해 설계된 관리 하위 시스템(management subsystem) 개발이 필요하다.

이러한 하위 시스템에는 지역의 혁신적인 잠재력을 이용하여 경제 개발 전략의 매개변수들을 입증하는데 사용될 수 있는 제어 매개변수들과 지표 계획 모델이 포함된다. 또한, 퍼지 논리 방법에 기초한 상황 분류¹⁴⁾¹⁵⁾ 및 지표 계획 조정 알고리즘 개발은 필요한 규제 효과들을 결정하게 해 줄 것이다. 이 절차는 경제 하위 시스템과 관리 하위 시스템의 기능 전략을 조정하기 위한 일환으로 지역개발을 위한 계획 지침을 완성하기 위해 수행된다.

혁신적 개발 요인들 중에서 연구자들은 다음과 같은 내용을 도출하였다.:

- ◆ 전략적 요인(전략적 계획의 질, 국가 혁신 시스템의 형성 수준)
- ◆ 경제적 요인(조직의 재정 자원의 가용성, 투자 상황, 다양한 관리 형태)
- ◆ 조직 및 관리 요인(혁신 관리 분야의 교육 수준, 과학 및 연구, 그리고 기술 잠재력의 가용성, 혁신 인프라 개발 수준)
- ◆ 기술적 요인(고정 자산의 열화, 생산의 복잡성과 특징, 경제적으로 강력한 비즈니스에서의 혁신의 개발과 실현)
- ◆ 사회적 요인(다양한 노동 활동들의 면, 우수한 전문가들의 부족)
- ◆ 제도적 요인(규제 현황, 국가적 지원 수준, 과학 및 기술 프로그램의 재정관리)
- ◆ 시장 요인(혁신적 제품에 대한 수요, 시장 인프라의 개발 수준)

DSS 소프트웨어를 직접 개발하려면 위의 모델들과 알고리즘들을 하나의 도구로 체계적으로 통합해야 한다. 특히 경제 에이전트들의 상태와 외부 환경, 사용자 인터페이스, 제어 모듈, 결과 출력 시스템 등에 대한 데이터베이스들을 거론하는 것이 국제 연구의 일반적인 접근 방식이다.¹⁶⁾ 지역의 혁신적 개발 전략의 매개 변수들을 입증할 때 DSS의 활용을 위한 방법론적 지원의 개발도 필요하다. 이러한 방법들은 지표 계획을 개발하고 규제 영향의 매개 변수들을 결정하고 계산 실험들을 수행하는 프로세스에 대한 설명을 포함해야 한다.

제안된 도구들의 실제 시험의 틀 속에서 중기 혁신 개발을 위한 최적 전략을 구체화하기 위해 지역의

13) Lomazov V.A., Lomazova V.I., Petrosov D.A. (2014) Evolutionary procedure of decision support in modeling of interacting processes. Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University, no 2, pp. 82-89.

14) Glushan V.M., Karelin V.P., Kuzmenko O.L. (2009) Fuzzy models and methods of multi-criterion choice in intelligent decision support systems]. Izvestiya SFedU. Engineering Sciences, no 4, pp. 106-113.

15) Nizamutdinov M.M., Oreshnikov V.V. (2016) Formation of the target indicators of regional development strategy using fuzzy logic algorithms. Economics and the Mathematical Methods, vol. 52, no 2, pp. 30-39.

16) Manenti L., Sartori F. (2011) Metadata support to retrieve and revise solutions in case-based reasoning. International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies, vol. 6, no 3-4, pp. 185-194.

ASM을 이용한 시나리오 실험을 구현할 계획이 있다.

따라서 개발된 의사 결정 지원 도구들은 ASM을 사용한다는 점에서 오늘날 사용되는 정보 및 분석 시스템들과 다르다. 이는 경제의 혁신적 발전 전략의 매개 변수들을 입증하는데 초점을 둔다. 이러한 모델들의 클래스는 전략 구현의 일부로 에이전트들의 행태와 제어 하위 시스템의 반응에서 적응 속성들을 전체적으로 반영할 수 있게 해준다. 제안된 모델은 개발 목표 의사 결정 과정에서 자원 전략들을 조정할 수 있는 기회를 제공하는, 다양한 상황에서 대상들의 상호 작용의 통합된 회로(integrated circuits)에 의해 차별화된다.

3. 적응형 시뮬레이션 모델을 이용한 의사결정 지원 조직의 실용적 측면

실용적 관점에서 개발된 의사 결정 지원 도구를 사용하여 해결해야 할 문제들은 지역의 혁신적 개발을 위한 전략 개발 단계들의 순서와 개별적 방법들의 장단점을 고려하여 정해진다.¹⁷⁾ 이와 관련된 기본 작업들은 다음과 같다:

- ◆ (의사결정 규칙들의 형태로) 구조화된 정보와 (온톨로지 및 선례 기반의 형식으로) 주간(weekly)의 구조화된 정보를 포함한 사실적 정보의 수집과 저장
- ◆ 논리적 추론 메커니즘을 갖는 문제 지향 지식 기반(problem-oriented knowledge base)을 사용하여 관찰되고 예측된 상황의 평가
- ◆ 적응형 시뮬레이션을 기반으로 특정 조건들에서의 상황 변화 예측
- ◆ 혁신적 지역 개발을 관리하는 주요 매개 변수들의 개발 및 조정을 위한 일련의 권장 사항들의 입증

제어 대상의 기능 및 개발의 특징과 도구 개발의 목표와 목적을 고려하여 경제 에이전트들의 행태 적응 속성들을 핵심으로 반영하는 시뮬레이션 모델을 사용하는 것이 좋다. 동시에 어떤 문제에 대한 해당 에이전트들의 특성들과 그들 자신의 경험과 다른 에이전트들의 행태 분석을 기반으로 한 의사 결정 규칙들이 중요하다. 이러한 문제에 대한 해법은 그 지역의 ASM 능력을 활용하여 확보된다. 이는 단일 설계 프레임워크 내에 세 가지 주요 레벨들(경제 에이전트, 정부, 거시 환경)을 통합한다.

에이전트의 외부 환경을 설명하는 (계약자들의 특성들을 포함한) 전체 매개 변수 집합 중 한정된 부분만 경제 에이전트가 인식한다. 게다가 그 에이전트의 상태에 대한 정보는 부분적으로만 사용할 수 있으며, 이를 바탕으로 한정된 지식을 기반으로 에이전트가 여러 결정을 내린다(그림 2).

그림 2. 에이전트들의 성능을 모아놓은 도식

이 정보를 바탕으로 기존 규칙과 지식 기반을 고려할 뿐만 아니라 에이전트는 상황을 분류하고 결정을 내린다. 에이전트는 의사 결정과 동시에 전략 구현의 원하는 결과물에 대한 이미지를 형성한다. 게다가 이 연구의 틀에서 결정은 에이전트가 어떤 조치들을 거부할 수도 있다는 것을 의미한다. 결정의 실행과 결과는 계약자로부터의 적극적인 반응을 포함하는 외부 환경의 매개변수들의 영향을 받는다. 따라서 결정의 결과물들은 예상되는 결과물들과 어느 정도는 다르다. 에이전트에 의해 기대되는 결과물들과 얻어진 결과물들을 비교하는 과정에서 (그 결과물들이 일치할 경우에) 에이전트의 규칙과 지식이 확인되거나 그 규칙과 지식의 집합이 나타난다. 게다가 상황분석과 의사결정의 후속 주기에서 에이전트는 새로운 규칙과 지식의 집합을 따른다. 이러한 알고리즘에 따라 에이전트는 훈련되고 적응된다. 즉, “메모리”를 통해 에이전트는 의사 결정의 정량적 매개변수들을 조정할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 상황들을 정성적으로 식별하고 적절한 의사 결정을 개발하기 위해 기존의 규칙 베이스를 보완할 수 있다.

17) Kravchenko T.K., Seredenko N.N. (2012) The establishment of systems for decision support: integration of the advantages of individual approaches. Artificial Intelligence and Decision Making, no 1, pp. 39-47 (러시아어).

규칙 베이스와 에이전트 지식 베이스를 조정하기 위한 또 다른 방식은 계약자들과 규칙과 지식을 “교환”하는 것이다. 이러한 메커니즘은 의사 결정과정에서 얻어진 예측된 결과물과 관찰된 결과물들을 직접적인 비교를 의미하지 않는다. 이 과정을 통해 사회 및 경제 시스템에서 에이전트들의 가장 중요한 속성들이 구현된다. 이들은 주로 적응성과 학습 능력이다. 이러한 속성들의 반영으로 기계적 접근법이 아닌 다양한 에이전트들의 행동 특성들을 반영하여 지역의 프로세스들을 모델링하게 해준다.

제안된 모델의 틀 속에서 “인구”, “기업”, “지방 정부 기관”의 3가지 유형들의 에이전트들을 고려하는 것이 적절해 보인다. 지역 시스템의 논리적 모델은 그림 3과 같다.

그림 3. 지역 모델의 논리적 구조

에이전트 기반 모델의 형성은 특정 유형에 속하는 모델에 대한 개별 에이전트를 특성화하는 많은 매개 변수들의 가용성을 의미한다. 따라서 “인구” 에이전트는 “성별” 및 “나이” 뿐만 아니라 “교육 수준”과 “저축 성향” 등의 지표들을 고려할 수 있다. 지역 경제 개발의 혁신적인 요소를 중심으로 “기업체” 유형에 대한 에이전트들은 “경제 행위 식별자”, “제품의 배송량”, “제품의 수익성” 등과 같은 특성들을 갖고 있다. 유사한 연구들이 지역의 혁신적 개발 수준에 영향을 미치는 다양한 요인들을 확인한 바 있다.¹⁸⁾ 특히 그 연구에서 인구 통계학적, 경제적, 재정적, 노동, 사회적 투자 및 기타 요인들을 선정했는데 그 수는 총 119개이다.

제안된 모델의 틀 속에서 혁신적 개발의 관리는 지역 시스템 에이전트들의 행태에 영향을 미치는 매개 변수들을 조정하는 것이다. 이런 경우에 가장 중요한 매개변수들은 다음과 같다.

- ◆ 지역의 GRP
- ◆ “국가 경제” 분야의 예산 지출액
- ◆ 지역의 월 평균 임금 수준
- ◆ 고정 자산에 대한 투자 금액 증가율
- ◆ 고정 자산의 악화 수준
- ◆ 대학원생 및 박사과정 학생 수
- ◆ 세금 및 수수료 비율

정량적 지표들 외에도 전략적 계획의 질과 국가 혁신 시스템의 형성 수준과 같은 정성적 매개 변수들도 고려할 필요가 있다. 전문가들이 이러한 매개 변수들을 평가하고 퍼지 논리법을 이용한 계산을 추가적으로 사용할 것을 제안한다. 집계 과정에서 이러한 매개 변수들의 상태는 상황의 등급을 결정하는데, 이는 지역의 혁신적인 잠재력의 참여도를 결정한다. 모델의 틀 속에서 고려되는 혁신적인 지역 개발 관리의 또 다른 특징은 혁신 확산의 종류다. 따라서 혁신적으로 활동적인 계약자들과 에이전트의 상호 작용은 자체적으로 혁신 활동의 수준을 높인다. 따라서 혁신의 확산 요인이 고려된다. 혁신에 대한 요구와 같은 사항을 고려하는 것은 아직 해결되지 않은 문제이다. 이러한 매개 변수들은 지역의 혁신적인 개발을 관리하는 고려된 작업에 대한 모델의 세부 사항들을 결정한다.

제안된 모델의 틀 속에서 에이전트의 기능은 행태에 대한 일련의 조건들과 관련 규칙들에 의해 정의된다. 조건의 조정은 에이전트 특징들을 정량적이고 정성적으로 변화시킬 수 있다. 그러한 ASM 공식의 구조는 지역 개발 지표들의 균형 잡힌 예측 추정치들을 얻게 한다. 동시에 경제 및 수학적 모델만으로는 의사 결정 시스템에 할당된 모든 작업들을 처리할 수 없고 복잡한 기능 유닛들로 보완되어야 한다. 유닛들의 조합과 상호관계는 이 도구에 대해 정의된 작업들을 기초로 결정된다(그림 4).

18) Kisurkin A.A. (2012) Factors affecting the innovative development of the region and their classification by management levels. Modern Problems of Science and Education, no 2. Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=5762> (accessed 20 April 2019) (in Russian).

그림 4. 지역의 ASM에 기초한 DSS 조직도

의사 결정을 위해서는 적절한 참조 데이터베이스가 필요하다. 제안된 DSS의 틀 속에서 그 구성을 위해 데이터 입력과 조정 유닛이 제공된다. 게다가 지역의 혁신적 개발을 평가하는 기존 방식의 특징은 적용된 방법론 베이스를 추후에 조정할 가능성이 아주 높다는 것이다. 따라서 지표들의 개수와 구조를 변경하고 이전에 입력한 데이터를 조정할 수 있어야 한다.

주기적인 데이터 업데이트의 필요성을 고려하여 도구의 효과적인 작동을 위한 객관적인 조건은 엄격하게 구축된 매개 변수들에 따라 진행 중인 프로세스들을 모니터링 하는 것이다. 이를 통해 관리 문제 해결을 위한 통계적 기반을 형성하고 의사 결정의 결과들을 추적할 수 있다. 즉 사용된 규칙 베이스와 선례 베이스를 개선할 수 있다. 오늘날 데이터 마이닝과 처리를 위한 현대의 정보 기술들을 이용하지 않고는 방대한 양의 정보를 갖고 작업할 수 없다. OLAP과 데이터 마이닝의 개념을 기반으로 데이터 저장소를 구성하는 것은 적절해 보인다. 이 분야의 전문가들은 이러한 기술들을 활용하여 방대한 정보 속에 숨겨진 패턴들을 규명할 수 있다는 것을 보여준다.¹⁹⁾²⁰⁾

또한 데이터 입력과 조정 유닛은 의사 결정자(decision maker, DM)가 작업을 설정하는데 사용된다. 그림 4에서 표시된 문제는 작업 공식화 유닛의 틀 속에서 해결된다. 이러한 유닛을 포함하는 것의 용이성은 지역 개발 전략의 선택을 특성화하는 데이터 입력의 필요성뿐만 아니라 개발된 도구들의 다양한 실무와 적용 분야에 의해 결정된다.

전략 공식화 유닛은 지역 개발을 위한 통합 전략 결정을 보장하고 개발 우선순위를 결정하기 위해 여러 가지 모델 매개 변수들의 사전 조정을 허용한다. 특히 투자 지향적, 사회 지향적, 혁신적²¹⁾이고 통합된 전략들과 기타 전략들을 고려할 수 있다. 전문한 내용을 기반으로 데이터 입력 유닛은 통계정보, 시나리오, 제어 매개 변수들을 입력하기 위한 사용자 인터페이스의 역할을 한다. (지역의 혁신적 개발을 위한 전략 개발 절차들에 대한 정보 지원의 이슈들을 포함²²⁾하는) 지역 시스템의 혁신적 개발의 매개 변수들을 결정하는 작업은 모델 실험에 몇 가지 제약을 부과한다. 따라서 영토의 혁신적 개발 수준을 결정하는 것이 필요한 것 같다.²³⁾ 이 분야의 전문가들은 이러한 문제 해결의 틀 속에서 다음과 같은 제약들이 추가적으로 설정될 수 있음을 주목한다.²⁴⁾

- ◆ 다양한 크기 기준과 그 역학 내의 다방향적 기준 집합의 모음
- ◆ 통합 개발 지표들의 공식화 틀 속에서 기준의 중요성 고려
- ◆ 명확한 정량적 데이터 뿐 만 아니라 정성적인 정보의 효과적 분석을 위한 퍼지 특성의 공식화
- ◆ 지역의 전략적 개발을 위한 목표 우선순위와 통합 지표의 연결

이렇게 얻어진 시뮬레이션 결과물들은 문제 유닛의 분석과 식별에 사용된다. 이 단계에서 문제와 그 발생 요인들의 직접적인 규명을 위해 구조 분석, 역학 분석, 기타 분석이 수행된다. 이 문제를 해결하기 위해 선례 베이스(precedent base)²⁵⁾가 사용된다. 여기에는 새로운 문제들을 해결하기 위해 축적된 경

19) Barabanov I.N., Korgin N.A., Novikov D.A., Chkhartishvili A.G. (2010) Dynamic models of informational control in social networks. Automation and Remote Control, no 11, pp. 172-182.

20) Nemati H.R., Steiger D.M., Iyer L.S., Herschel R.T. (2002) Knowledge warehouse: An architectural integration of knowledge management, decision support, artificial intelligence and data warehousing. Decision Support Systems, vol. 33, no 2, pp. 143-161.

21) Gazhva V.O., Gubanova E.V. (2016) Innovative development of the Kaluga Region. Proceedings of the International Conference on Directions of Social and Economic Development of Regional Economy, Kaluga, 15 March 2016, pp. 122-125.

22) Tyushnyakov V.N., Zhertovskaya E.V., Yakimenko M.V. (2015) Information and analytical support of situational centers as the basis for developing strategies of a region's innovative development. Fundamental Research, no 11-6, pp. 1253-1257.

23) Gurieva L.K. (2013) New approaches to innovative regions development. Humanities and Social Sciences, no 5, pp. 35-42.

24) Zakharova A.A. (2014) Integrated assessment of innovative development of the region on the basis of fuzzy sets. Scientific Review. Technical Sciences, no 1, pp. 161-168.

험을 사용할 가능성에 관한 정보가 저장된다. 확장된 선례 구조는 식별 부분과 교육 부분의 두 가지 요소들을 포함한다. 개발 문제를 분석하는 동안 결정된 예상 추정치와 계획 추정치를 기반으로 DSS는 특정 기준에 따라 추가적인 평가를 위한 의사 결정의 집합을 구성한다.

DSS의 핵심 구성 요소들 중 하나는 의사 결정 유닛이다. 이 유닛의 틀 속에서 더 많은 행위들을 결정하기 위해 상황들을 분류해서 그것들을 알려진 선례들과 비교하는 절차 구현이 제안된다. 이 문제를 해결하기 위해 퍼지 논리 이론의 방법들이 사용될 수 있다. 이 방법은 정량적 특성뿐만 아니라 정성적 특성도 고려하여 지역 시스템의 에이전트 속성들의 점진적 변화를 추적하게 한다. 가장 중요한 단계는 퍼지 및 언어 변수들의 기본 값들의 의미를 설명하는 퍼지 집합 형용사들의 공식화이다. 정보 출처의 이질성을 고려해야 한다. 게다가 의사 결정은 혁신적 개발의 세부 사항들을 반영해야 한다.

마지막 단계는 시뮬레이션 실험 결과 및 식별된 문제를 해결하기 위해 제안된 방향에 대한 보고서를 작성하는 것이다. 동시에 의사 결정자들이 받은 데이터에 보다 빨리 친숙해지도록 표준 보고서들을 사용하는 것이 권장된다. DSS는 의사 결정을 준비하는 도구일 뿐이며 완전한 책임을 갖는 의사 결정자들을 대신할 수 없다는 점을 고려해야 한다²⁵⁾. 이를 바탕으로 습득한 지식의 평가가 수행된다. 그 주요 매개 변수들을 기반으로 제안된 결정을 조정할 때, 일련의 척도들이 개발되고 그것의 구현은 지역 시스템의 매개 변수들의 조정으로 이어진다. 제안된 결정에 동의하지 않으면 관련 전문가들의 참여로 규칙 베이스들과 선례 베이스들이 조정되고 DSS가 재시작 된다.

이러한 기능 유닛들과 ASM 외에도 DSS를 사용하려면 도구의 실무 활용과 관련된 적절한 방법론적 지원이 필요하다. 다음과 같은 방법론들이 포함되어야 한다.

- ◆ 지역 현황, 경제 에이전트들, 환경에 대한 자료를 수집하고 처리하기 위한 방법론
- ◆ 지역의 ASM으로 실험을 설정하기 위한 방법론
- ◆ DSS에 기초한 관리적 결정 개발을 위한 방법론

제안된 의사 결정 시스템은 기존 문제에 대한 가능한 결정을 분석하고 식별하도록 해주면서 지역의 과거, 현재, 미래의 상황에 대해 의사 결정자들에게 중요한 정보를 제공하는 보편적인 도구가 될 수 있다.

결론

연구 과정에서 지역의 혁신적 개발의 관리 분야에서 의사 결정 지원 시스템을 위한 개념적 계획(scheme)이 개발되었다. 적응형 시뮬레이션 모델의 입지가 정당화되었다. 지역 개발을 위한 예측 및 계획 내용들을 개발하고 공공 정책 조치들의 실행 효과를 평가하는 프레임워크 내에서 그 적용 가능성을 확인했다. 최종 사용자들의 작업에 지역의 ASM을 제공하는 의사 결정 절차와 기능 유닛들이 제안된다. 이 연구의 이론적 중요성은 경제 및 수학적 방법들과 현대적 시뮬레이션 기법들과 마찬가지로 관리 이론 및 의사결정 지원 방법들, 그리고 지능형 정보 기술들과 같은 지역의 사회 및 경제 시스템의 전략적 개발 문제를 해결하기 위해 복잡한 사용 가능성을 확장했다는 것이다. 또한 소프트웨어 도구가 실무 지향적(practice-oriented)이라는 점에 주목해야 한다. 따라서 이렇게 개발된 DSS는 중기(mid-term) 지역 개발 매개 변수를 결정하는 정부 기관들에서 사용될 수 있을 것이다.

<원문제목> Approach to the organization of decision support in the formulation of innovative regional development strategies based on adaptive-simulation model

<원문출처> Modeling of Social and Economic Systems

25) Ereemeev A.P., Varshavskii P.R. (2009) [Modeling of case-based reasoning in intelligent decision support systems. Artificial Intelligence and Decision Making, no 2, pp. 45-47.

26) Kravchenko T.K., Isaev D.V. (2016) Making strategic decisions under risk and uncertainties. Bulletin of the Financial University, vol. 20, no 4, pp. 22-31.